

## PENURUNAN KADAR ION LOGAM KROMIUM PADA LIMBAH INDUSTRI SARUNG SAMARINDA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI

Yulianti Kartika<sup>1,\*</sup>, Aman Sentosa Panggabean<sup>2</sup> dan Rahmat Gunawan<sup>3</sup>

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75123.  
Email: yuliantikartika16@yahoo.com

### ABSTRACT

The reduction of chromium concentration in Samarinda sarong wastewater by electrocoagulation method has been carried out. The research used Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) as an instrument determination level. To determination the optimum levels of each parameters by large percent qualified of electrocoagulation process with used variation of series parameters such as time contact, variation voltage and the distance of electrode. The result of research showed that degradation and is big of elimination percent of metal of Cr have an in with the effect of time contact, voltage and also distance of electrode at optimum hence in getting result of final concentration successively 31,250; 21,325 and 17,925 ppm of concentration early 50,650 ppm. Big of elimination percent of exclusion at optimum parameter in getting result successively 38,302; 57,897 and 64,610 %. Resulted in this research obtained optimum time contact is 30 minutes, optimum voltage is 4,5 volt and optimum distance of electrode is 1 cm.

**Keywords:** *Chromium, Samarinda sarong wastewater, Electrocoagulation, Metal electrode*

### A. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu unsur yang sangat penting bagi lingkungan hidup. Lingkungan dapat dikatakan baik jika unsur-unsur yang menyusun lingkungan tetap terpelihara. Terjadinya pencemaran air sebagai akibat kegiatan masyarakat yang beraneka ragam serta kegiatan industri akan berakibat buruk bagi lingkungan. Pencemaran air ini dapat terjadi karena buangan limbah cair yang dihasilkan oleh industri atau pabrik yang tidak dikelola sebagaimana mestinya dan dibuang begitu saja kealiran air atau permukaan tanah disekitarnya.[5]

Keberadaan industri sarung di Samarinda tentunya sangat memberikan keuntungan secara ekonomi di Samarinda, salah satunya adalah penyerapan tenaga kerja dan pemasukan bagi daerah Samarinda itu sendiri. Salah satu sentra industri sarung batik Samarinda berada di Kelurahan Masjid Kecamatan Samarinda Seberang, yang terletak di pinggir sungai Mahakam.[1]

Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu pembuatan sarung batik Samarinda berkembang pesat atas dasar dari peminat yang semakin hari semakin bertambah. Hal ini menyebabkan adanya dampak negatif yang diberikan untuk lingkungan sekitar industri sarung batik yaitu berupa limbah cair. Limbah cair

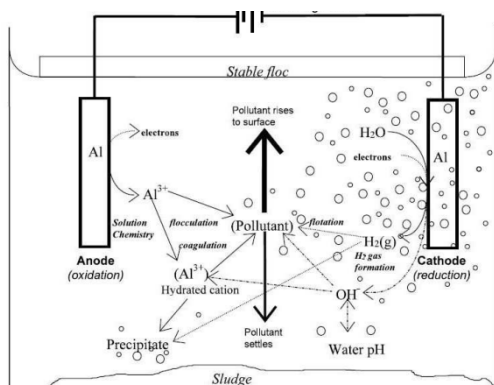
tersebut berasal dari proses pencelupan kain dari pembuatan dari pembuatan sarung batik Samarinda. Limbah cair ini dapat membahayakan keberlangsungan lingkungan sekitar industri jika tanpa dilakukan suatu pengolahan limbah terlebih dahulu. Limbah-limbah yang telah dibuang terindikasi mengandung bahan-bahan kimia beracun dan logam berat beracun sehingga dapat menurunkan kualitas air sungai.[2]

Dalam proses produksi tekstil, penggunaan air yang tergolong tinggi dalam proses basah dapat menimbulkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan apabila efisiensi proses tidak optimal. Selain itu, dalam limbah tersebut dapat mengandung berbagai macam bahan kimia yang digunakan selama proses produksi, misalnya logam berat, khususnya tembaga (Cu), krom (Cr) dan seng (Zn) karena logam-logam tersebut digunakan pada proses pewarnaan.[7]

Proses elektrokoagulasi terbentuk melalui pelarutan logam dari anoda yang kemudian berinteraksi secara simultan dengan ion hidroksi dan gas hidrogen yang dihasilkan dari katoda. Elektrokoagulasi telah ada sejak tahun 1889 yang dikenalkan oleh Vik et.al dengan membuat suatu instalasi pengolahan untuk limbah rumah tangga (*sewage*). Tahun 1909 di *United Stated*, J.T. Harries telah mematenkan pengolahan air limbah

dengan sistem elektrolisis menggunakan anoda aluminium dan besi. Matteson (1995)<sup>[4]</sup> memperkenalkan “*Electronic Coagulator*” dimana arus listrik yang diberikan ke anoda akan melarutkan Aluminium ke dalam larutan yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (dari katoda) membentuk aluminium hidroksi. Hidroksi mengflokulasi dan mengkoagulasi partikel tersuspensi sehingga terjadi proses pemisahan zat padat dari air limbah. Proses yang mirip juga telah dilakukan di Brittain tahun 1956, hanya saja anoda yang digunakan adalah besi dan digunakan untuk mengolah air sungai.

Maka dari itu penelitian ini mencoba memanfaatkan metode Elektrokoagulasi yang dilakukan dengan sistem *Batch* atau tidak kontinyu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penurunan kadar logam Cr yang berasal dari limbah industri sarung Samarinda sebagai kajian teori terhadap metode elektrokoagulasi.



**Gambar 1.** Mekanisme di dalam elektrokoagulasi (Holt, 2002)

## B. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Preparasi Sampel

Sampel limbah industri sarung Samarinda yang telah diambil, disaring dari pengotor dan padatan tidak larut.

### 2.2. Rangkaian Alat Elektrokoagulasi

Disiapkan adaptor dan disambungkan adaptor pada kabel penghubung (kabel buaya) pada kutub negatif dan kutub positif, kemudian dua elektroda Al yang telah dibersihkan diposisikan pada akuarium sehingga terendam sebagian, kedua elektroda kemudian dihubungkan pada adaptor.

### 2.3. Pengaruh Lama Waktu Kontak

Dirangkai alat elektrokoagulasi, kemudian diatur jarak elektroda 1 cm. Lalu dimasukkan

sebanyak 450 mL sampel limbah industri sarung Samarinda ke dalam gelas kimia pada rangkaian alat. Kemudian diatur kuat tegangan adaptor pada tegangan 9 volt, dinyalakan tegangan dengan waktu kontak selama 120 menit, dimatikan dan diambil cuplikan hasil elektrolisis setiap 30 menit, setelah itu cuplikan hasil elektrolisis disaring, lalu dianalisa dengan menggunakan AAS. Ditentukan waktu optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

### 2.4. Pengaruh Kuat Tegangan

Dirangkai alat elektrokoagulasi, kemudian diatur jarak elektroda 1 cm. Lalu dimasukkan sebanyak 450 mL sampel limbah industri sarung Samarinda kedalam gelas kimia pada rangkaian alat. Tegangan diatur dengan menggunakan adaptor pada variasi tegangan 4,5, 9 dan 12 volt dengan waktu kontak optimum dari parameter lama waktu kontak, dimatikan dan diambil cuplikan hasil elektrolisis kemudian disaring, lalu dianalisa dengan menggunakan AAS. Ditentukan tegangan optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

### 2.5. Pengaruh Variasi Jarak Elektroda

Dirangkai alat elektrokoagulasi, kemudian diatur jarak elektroda pada variasi 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm. Lalu dimasukkan sebanyak 450 mL sampel limbah industri sarung Samarinda kedalam gelas kimia pada rangkaian alat. Kemudian diatur dengan menggunakan adaptor pada tegangan dan waktu kontak optimum dari parameter lama waktu kontak dan kuat tegangan. Dimatikan dan diambil cuplikan hasil elektrolisis kemudian disaring, lalu dianalisa menggunakan AAS. Ditentukan jarak elektroda optimum dari parameter tersebut berdasarkan besar persentase penurunan kadar pencemar.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan berdasarkan dengan menggunakan volume sampel sebesar 450 mL limbah sarung Samarinda pada tegangan 9 volt dan jarak elektroda adalah 1 cm. Dimana, sebelum melakukan pengambilan sampel hasil proses elektrokoagulasi untuk dianalisa, dilakukan penyaringan untuk menghindari terikutnya flok dan busa yang terbentuk akibat proses elektrokoagulasi tersebut. Hasil penurunan konsentrasi terbesar yang didapat berada pada lama waktu kontak 120 menit, dengan konsentrasi terukur hasil elektrokoagulasi sebesar 30,175 ppm

dari konsentrasi awal larutan sebesar 50,650 ppm sehingga menghasilkan besar persen penyisihan hingga 40,424 %.

**Tabel 1.** Parameter Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

N o	Paramet er (Menit)	Konsentra si Awal (ppm)	Konsentra si Akhir (ppm)	% Penyisihan
1	30	50,650	31,250	38,302
2	60	50,650	31,150	38,499
3	90	50,650	30,525	39,733
4	120	50,650	30,175	40,424

**Tabel 2.** Parameter Kuat Tegangan Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

N o	Paramet er (Volt)	Konsentra si Awal (ppm)	Konsentra si Akhir (ppm)	% Penyisihan
1	4,5	50,650	21,325	57,897
2	9	50,650	20,975	58,588
3	12	50,650	20,300	59,921

Pada lama waktu kontak 30 menit, penurunan kadar logam Cr didapatkan turun hingga 38,302 % dari konsentrasi awal sebesar 50,650 ppm, didapatkan konsentrasi akhir sebesar 31,205 ppm. Sedangkan parameter lama waktu kontak 60 dan

N o	Paramet er (Cm)	Konsentra si Awal (ppm)	Konsentra si Akhir (ppm)	% Penyisihan
1	1	50,650	17,925	64,610
2	1,5	50,650	21,000	58,538
3	2	50,650	22,025	56,515

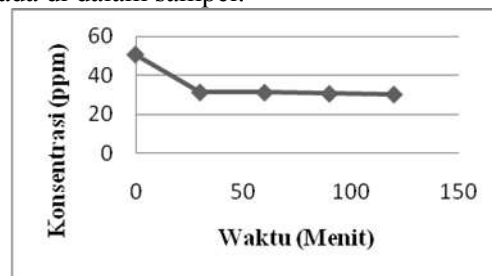
90 menit, berdasarkan besar persen penyisihan penurunan kadar logam Cr mencapai 38,499 dan 39,733 % dengan masing-masing konsentrasi akhir 31,150 dan 30,525 ppm.

**Tabel 3.** Parameter Jarak Elektroda Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

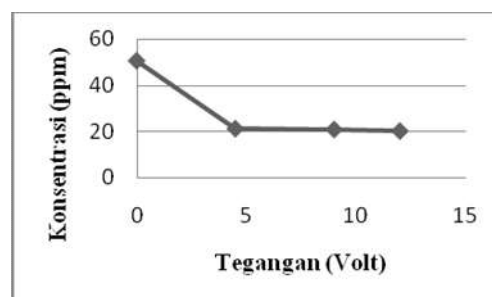
Dari hasil yang didapatkan ini dapat disimpulkan bahwa semakin lamanya waktu kontak yang digunakan maka akan semakin banyak flok yang terbentuk dan akan semakin banyaknya koagulan mengikat pengotor-pengotor yang ada di dalam limbah sarung batik Samarinda tersebut.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yang terjadi dari reaksi anoda

dan katoda ini yang akan mengikat pengotor yang berada di dalam sampel.



**Gambar 1.** Parameter Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

Namun, pada waktu kontak 30 menit penurunan kadar logam Cr berbanding lurus dengan waktu kontak 120 menit. Besar penyisihan hanya 0,2 % mungkin bisa saja terjadi pasifasi yaitu peneurunan kinerja dari elektroda. Laju penurunan konsentrasi dari larutan uji juga mengalami penurunan setelah menit ke-30, hal ini diakibatkan proses pasifasi dari plat elektroda akibat flok yang terbentuk. Sebagian flok yang terbentuk, melekat pada permukaan plat elektroda menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari plat elektroda, sehingga hal ini menghambat reaksi yang berlangsung pada proses elektrokoagulasi. Sehingga didapatkan waktu yang optimum untuk menurunkan kadar logam Cr ini yaitu pada waktu kontak 30 menit.

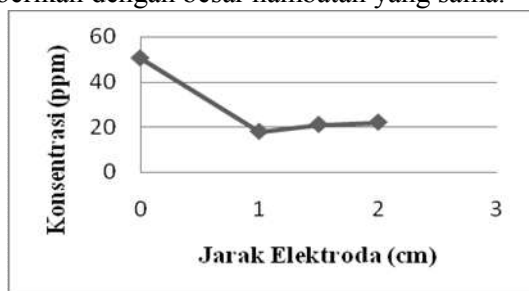


**Gambar 2.** Parameter Kuat Tegangan Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

Berdasarkan gambar diatas, terlihat bahwa penurunan kadar dari logam Cr terbesar mencapai 59,921 % dengan konsentrasi akhir sebesar 20,300 ppm dari konsentrasi awal larutan 50,650 ppm berada pada kuat tegangan 12 volt. Sedangkan pada 4,5 volt dihasilkan besar penurunan kadar logam Cr hingga 57,897 % dengan konsentrasi akhir sebesar 21,325 ppm dari konsentrasi awal 50,650 ppm. Pada kuat tegangan 9 volt sendiri menghasilkan konsentrasi akhir sebesar 20,975 ppm sebagai hasil dari proses elektrokoagulasi dengan konsentrasi awal 50,650 ppm, sehingga

besar nilai persen penyisihan yang didapat mencapai 58,588 %.

Penurunan kadar logam Cr terendah pada kuat tegangan 12 volt yaitu hingga 59,921 % pada konsentrasi 20,300 ppm, menunjukkan stabilisasi flok terbaik dari larutan akibat proses elektrokoagulasi. Dimana peningkatan tegangan (energi) yang diberikan berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi larutan, karena makin banyaknya ion  $Al^{3+}$  terlepas dalam proses oksidasi (melepas elektron) makin banyak pula ion Cr tereduksi karena besar tegangan yang diberikan dalam proses ini turut meningkatkan arus yang diberikan dengan besar hambatan yang sama.



**Gambar 3.** Parameter Jarak Elektroda Terhadap Penurunan Kadar Logam Cr

Hasil analisa dari AAS menunjukkan variasi dari jarak kedua elektroda menghasilkan penurunan kadar logam Cr beragam, dimana pada kedua jarak elektroda 1 cm, dihasilkan konsentrasi akhir dari proses elektrokoagulasi sebesar 17,925 ppm dengan nilai persen penyisihan 64,610 % dari konsentrasi awal 50,650 ppm. Dari variasi jarak kedua elektroda 1,5 cm, penurunan kadar logam Cr mencapai konsentrasi akhir sebesar 21,000 ppm dengan besar persen penyisihan 28,538 % dari konsentrasi awal 50,650 ppm. Sedangkan pada jarak 2 cm, penurunan konsentrasin akhir mencapai 22,025 ppm dengan besar persen penyisihan 56,515 % dari konsentrasi awal 50,650 ppm.

Hasil menunjukkan, penurunan nilai kadar logam Cr seiring dengan bertambahnya jarak dari kedua elektroda alumunium yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan bertambahnya jarak yang harus ditempuh oleh ion-ion yang dihasilkan sebagai koagulan dari kedua elektroda, sehingga membutuhkan waktu lebih seiring dengan bertambahnya jarak kedua elektroda,

mengakibatkan kenaikan konsentrasi pada parameter dengan jarak elektroda lebih besar dibanding dengan jarak elektroda yang lebih kecil jaraknya.

Pada proses elektrokimia, pada saat yang sama adanya arus listrik di anoda akan terjadi reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif), anoda yang terbuat dari logam seperti alumunium akan mengalami reaksi oksidasi menghasilkan  $Al^{3+}$  dan akan mengikat ion  $(OH^-)$  membentuk flok  $Al(OH)_3$  yang dapat mengikat ion-ion  $Cr^{++}$  serta menangkap sebagian logam  $Cr^0$  yang tidak terdeposit pada batang katoda. Kondisi ini yang memungkinkan terjadinya penurunan kadar Cr dalam limbah.[6]

#### D. Kesimpulan

Hasil proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar logam Cr pada parameter lama waktu kontak optimum yaitu pada 30 menit didapatkan konsentrasi akhir sebesar 31,250 ppm dari konsentrasi awal 50,650 ppm. Pengaruh parameter kuat tegangan optimum yaitu pada 4,5 volt didapatkan konsentrai akhir sebesar 21,325 ppm dari konsentrasi awal 50,650 ppm. Sedangkan pengaruh parameter kedua jarak elektroda optimum yaitu pada 1 cm didapatkan konsentrasi akhir sebesar 17,925 ppm dari konsentrasi awal 50,650 ppm.

Hasil proses elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar logam Cr pada parameter lama waktu kontak optimum 30 menit menghasilkan besar persen penyisihan hingga 38,302 %. Sedangkan parameter kuat tegangan optimum 4,5 volt menghasilkan besar persen penyisihan hingga 57,897 %. Parameter jarak kedua elektroda optimum 1 cm menghasilkan besar persen penyisihan hingga 64,610 %.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga dan teman-teman atas doa dan dukungannya. Selanjutnya penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Guntur, M. 2010. *Daftar Nama Pengraja Industri Sarung Samarinda: Kelurahan Masjid, Kecamatan Samarinda Seberang*. Samarinda.
2. Hari, B. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al*. Yogyakarta: Universitas Jenderal Acmad Yani.

3. Holt, P.K., Barton, G.W., Wark, M., dan Mitchell, C.A. 2002. *A Quantitative Comparison Between Chemical Dosing and Electrocoagulation. Colloids and Surface A. Physicochem. Eng. Aspects*, 211:233-248.
4. Metteson, Michael J, 1995. *Electrocoagulation and Separation of Aqueous Suspensions of Ultrafine Particles, Colloids and Surface A Physicochemical and Engineering Aspects*. The University of Sydney. New South Wales.
5. Prabowo, A., Basrori, Gagah H., dan Purwanto. 2012. *Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi*. Semarang: Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 1, No. 1, Tahun 2012: 352-355.
6. Prayitno, Endro K. 2012. *Percobaan Awal Proses Elektrokoagulasi Sebagai Metode Alternatif Pada Pengolahan Limbah Cair*. Jurnal Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, ISSN 0216-3128, Yogyakarta, 4 Juli 2012.
7. Smith, B., 1988, *A Workbook for Pollution Prevention by Source Reduction in Textile Wet Processing*, Pollution Prevention Pays Program of the North Carolina Division of Environmental Management